

Н. С. Метельская, В. П. Кабашников, А. В. Норко,  
*Институт физики НАН, Республика Беларусь*

## **ОЦЕНКА ВКЛАДА АНТРОПОГЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА ТЕРРИТОРИИ СТРАН ВОСТОЧНО- ЕВРОПЕЙСКОГО РЕГИОНА, В ПРИЗЕМНЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НАД ТЕРРИТОРИЕЙ БЕЛАРУСИ**

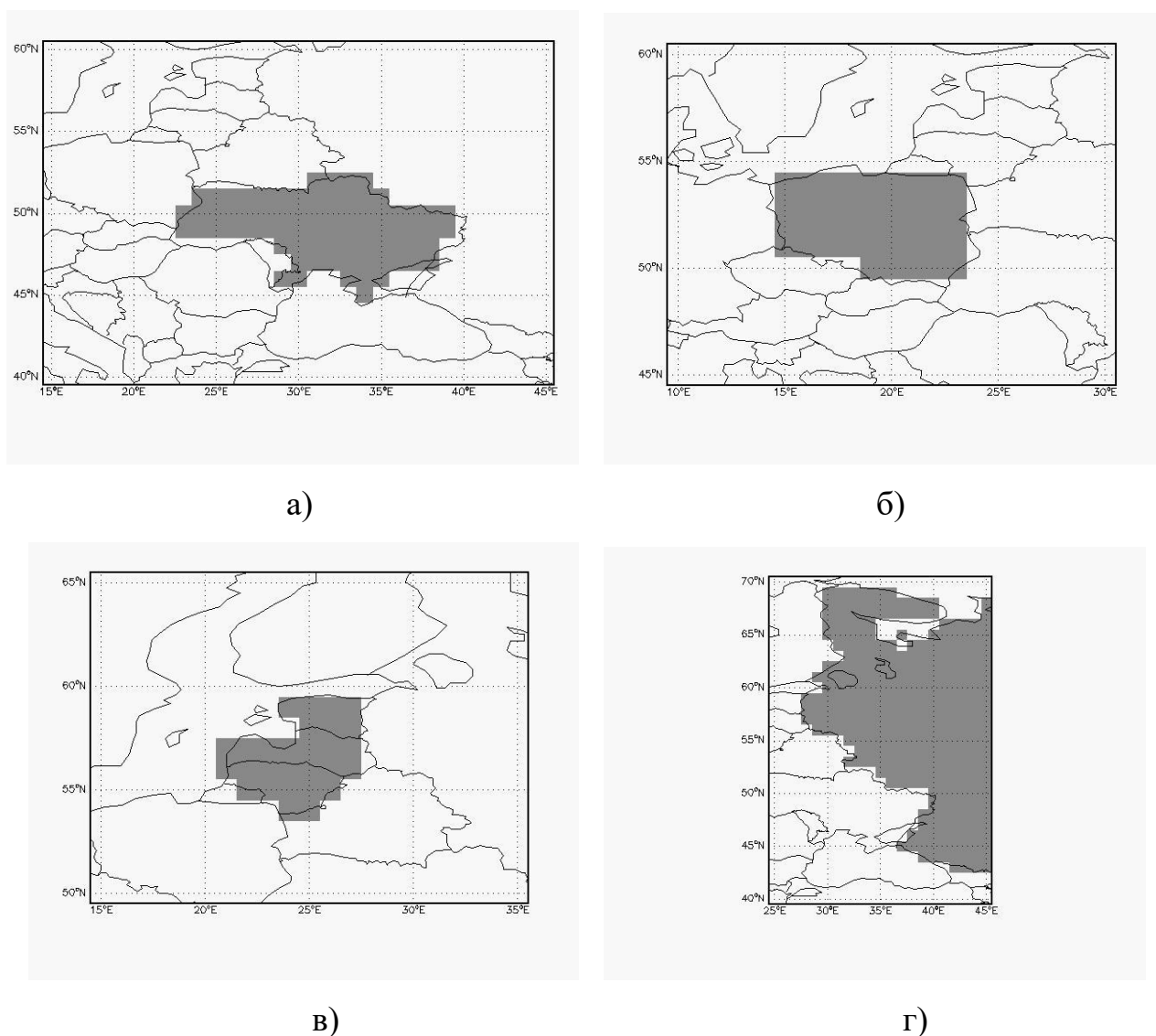
Chemical transport model GEOS-Chem was used to assess the impact of anthropogenic sources located on the territory of the Eastern-European region countries on the surface concentration of atmospheric species over the territory of Belarus.

Поступление загрязняющих веществ в воздушный бассейн Беларуси происходит как от местных источников, расположенных на территории страны, так и в результате трансграничного переноса. Особенности географического положения и преобладание ветров западного направления способствуют тому, что трансграничный перенос является существенным фактором, оказывающим неблагоприятное влияние на состояние атмосферного воздуха над территорией Беларуси. Цель настоящей работы состоит в оценке вклада антропогенных источников, расположенных на территории стран, примыкающих к границам Беларуси, в приземные концентрации приоритетных загрязнителей  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ , сульфатов и нитратов над территорией Беларуси.

Оценка проведена на основе моделирования с использованием химико-транспортной модели GEOS-Chem [1, 2], являющейся одной из наиболее известных глобальных моделей переноса и трансформации атмосферных примесей. GEOS-Chem разрабатывается научным сообществом, объединяющим научные коллективы Северной Америки, Европы и Юго-Восточной Азии. Координирует проект Гарвардский университет (США) и университет Дальхауз (Канада). Модель использует метеорологические данные и базы данных поступления химических компонентов и аэрозолей в атмосферу. Результатом моделирования является распределение концентраций атмосферных примесей в пространстве и времени.

В модели GEOS-Chem эмиссия от антропогенных источников в европейском регионе рассчитывается на основе базы данных EMEP (European Monitoring and

Evaluation Programme) [3]. GEOS-Chem использует данные ЕМЕП по выбросам  $\text{CO}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_x$  и  $\text{SO}_x$ . Сульфаты и нитраты образуются в атмосфере в результате химических реакций серо- и азотосодержащих примесей. Для исключения антропогенных источников территории стран Восточно-Европейского региона нами были созданы так называемые «маски»: определены координаты ячеек горизонтальной сетки модели GEOS-Chem, приходящихся на территории этих стран. На рисунке приведены маски для Украины, Польши, стран Балтии (Латвия + Литва + Эстония) и европейской части России.



а) Украина; б) Польша; в) страны Балтии; г) европейская часть России

Рис. 1. Маски Украины, Польши, стран Балтии и европейской части России

Оценка вклада антропогенных источников соседних с Беларусью стран была проведена следующим образом.

На первом этапе были рассчитаны приземные концентрации  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ , сульфатов, нитратов, усреднённые по территории Беларуси за 2014 г. с учётом эмиссии от всех источников. На втором этапе для ячеек, приходящихся на территорию одной из соседних стран, выбросы от антропогенных источников полагались равными нулю, и приземные концентрации  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ , сульфатов, нитратов, усреднённые по территории Беларуси за 2014 г., рассчитывались без учёта антропогенных источников рассматриваемой соседней страны.

Расчёт с исключёнными антропогенными источниками проводился поочерёдно для Украины, Польши, европейской части России, стран Балтии. На третьем этапе было определено отношение среднегодовой, усреднённой по территории Беларуси приземной концентрации данного загрязнителя, рассчитанной с исключёнными антропогенными источниками на территории данной страны, к приземной концентрации данного загрязнителя, рассчитанной без отключения антропогенных источников. Разница между полученной величиной и единицей, выраженная в процентах, является оценкой вклада антропогенных источников соседних стран в содержание данного загрязнителя в приземном воздухе над территорией Беларуси.

Рассчитанные вклады антропогенных источников, расположенных на территориях, граничащих с Беларусью стран, в приземные концентрации  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ , сульфатов, нитратов над территорией Беларуси приведены в таблице.

Как видно из таблицы, наибольший вклад в приземные концентрации диоксида серы, диоксида азота и сульфатов над территорией Беларуси вносят антропогенные источники, находящиеся на территории Украины. Это объясняется большим количеством антропогенных источников данных загрязнителей на территории Украины. В содержание нитратов наибольший вклад вносят источники, расположенные на территории России и Польши.

Оценка вклада антропогенных источников стран Восточно-Европейского региона в приземные концентрации  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ , сульфатов и нитратов над территорией Республики Беларусь

	$\text{SO}_2$ (диоксид серы)	$\text{SO}_4^{2-}$ (сульфаты)	$\text{NO}_3^-$ (нитраты)	$\text{NO}_2$ (диоксид азота)
Польша	10.0 %	8.3 %	19.0 %	3.8 %
Украина	24.5 %	13.9 %	13.3 %	8.1 %
Россия	9.1 %	11.1 %	20.1 %	2.8 %
Страны Балтии	0 %	0 %	1.4 %	0 %

Несмотря на большую территорию европейской части России и наличие крупных антропогенных источников, влияние России на загрязнение воздуха над Беларусью сопоставимо с влиянием Украины и Польши, что можно объяснить преобладанием западных ветров. Страны Балтии не вносят вклада в загрязнение приземного воздуха Беларуси диоксидом серы, диоксидом азота и сульфатами, вклад в загрязнение нитратами незначителен. Это объясняется относительно небольшой территорией стран Балтии и отсутствием мощных источников антропогенных выбросов.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Global modeling of tropospheric chemistry with assimilated meteorology: Model description and evaluation / I. Bey [et al.] // J. Geophys. Res. – 2001. – Vol. 106. – P. 23073–23096.
- 2 GEOS-Chem Model [Electronic resource]. Mode of access: <http://acmg.seas.harvard.edu/geos>. (дата обращения 29.03.2016).
- 3 EMEP: Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmissions of air pollutants in Europe [Electronic resource]. Mode of access : <http://www.emep.int/> (дата обращения 29.03.2016)